

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-289819

(P2002-289819A)

(43) 公開日 平成14年10月4日 (2002.10.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 L 27/12		H 0 1 L 27/12	E 5 F 0 3 2
21/265		21/265	J
21/76		21/76	R

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-84853 (P2001-84853)

(22) 出願日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 佐々木 勉

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(72) 発明者 松村 篤樹

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(74) 代理人 100072349

弁理士 八田 幹雄 (外4名)

Fターム(参考) 5F032 AA07 AA91 CA17 DA53 DA60

(54) 【発明の名称】 S I M O X基板

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、埋め込み酸化膜のリーク欠陥密度が小さく、より広い表面シリコン層厚さの範囲にて特性良好なSIMOX基板を提供することを目的とする。

【解決手段】 シリコン単結晶基板に酸素イオンを注入し、その後高温熱処理を施すことにより、埋め込み酸化層および表面単結晶シリコン層を形成するSIMOX基板において、該シリコン単結晶基板が(001)面に近い主表面を持つシリコン単結晶基板であって、該基板の主表面の法線と[001]方位との角度を θ としたとき、該基板の主表面が(001)面から

【数1】

$$0^\circ \leq \theta \leq 0.5^\circ$$

の範囲で傾斜した主表面であることを特徴とするSIMOX基板である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン単結晶基板に酸素イオンを注入し、その後高温熱処理を施すことにより、埋め込み酸化層および表面単結晶シリコン層を形成するSIMOX基板において、該シリコン単結晶基板が(001)面に近い主表面を持つシリコン単結晶基板であって、該基板の主表面の法線と[001]方位との角度を θ としたとき、該基板の主表面が(001)面から

【数1】

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.5^{\circ}$$

の範囲で傾斜した主表面であることを特徴とするSIMOX基板。

【請求項2】 シリコン単結晶基板に酸素イオンを注入し、その後高温熱処理を施すことにより、埋め込み酸化層および表面単結晶シリコン層を形成するSIMOX基板において、該シリコン単結晶基板が(001)面に近い主表面を持つシリコン単結晶基板であって、該基板の主表面の法線と[001]方位との角度を θ としたとき、該基板の主表面が(001)面から

【数2】

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.3^{\circ}$$

の範囲で傾斜した主表面であることを特徴とするSIMOX基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコン基板の表面近傍に埋め込み酸化層を配し、その上に単結晶シリコン層(以下SOI(Silicon-On-Insulator)層とする)を形成させたSOI基板に関する。更に詳しくは、SIMOX(Separation by Implanted Oxygen)技術によるSOI基板である。

【0002】

【従来の技術】シリコン酸化物のような絶縁物上に単結晶シリコン層を形成するSOI基板としては、SIMOX基板と貼り合わせウェハが主として知られている。SIMOX基板は、酸素イオンのイオン注入によって単結晶シリコン基板内部に酸素イオンを注入し、引続き行われるアニール処理によって、これら酸素イオンとシリコン原子を化学反応させて、埋め込み酸化層を形成させることにより得られるSOI基板である。一方、貼り合わせウェハは2枚の単結晶シリコンウェハを、酸化層をはさんで接着させ、2枚のうち片方のウェハを薄膜化することにより得られるSOI基板である。

【0003】これらSOI基板のうち、SIMOX基板は、SOI層の膜厚が酸素イオンの注入深さで制御可能であるため、その膜厚均一性が特に優れるという特徴を有している。SIMOX基板においては、SOI層として0.3 μ m以下の厚さが形成可能であり、0.1 μ m前後、さらにそれ以下の厚さのSOI層も良好に厚さ制御可能である。特に、厚さ0.1 μ m以下のSOI層は、完全空乏型動作のMOS-LSI形成に適用されることが多く、その場合、SOI層自体の膜厚がMOS

FET動作のしきい値電圧と比例関係があることから、性能の揃ったデバイスを歩留良く作製するには、SOI層の膜厚均一性が重要な品質となる。その観点から、SOI膜厚均一性に優れたSIMOX基板は、次世代MOSFET用基板として期待されている。

【0004】SOI基板上に作製したMOS-LSIは、そのデバイス形成領域が、絶縁体である埋め込み酸化層を介することにより、基板本体と電気的に絶縁されることから、放射線耐性やラッチアップ耐性の向上や、低消費電力動作、超高速動作などの優れた特性が実現できる。そのため、埋め込み酸化層には電気的絶縁性がより完全であることが要求される。具体的には、リーク欠陥が極力少なく、絶縁耐圧が熱酸化膜と同等の特性により近いことが要求される。

【0005】SIMOX基板の作製においては、通常、単一の加速エネルギー、典型的には200keV程度のエネルギーを用いて酸素イオンの注入が行われるが、その場合、酸素イオンの注入量が $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-2}$ 以上の領域か、 $2.5 \sim 4.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の範囲の限られた領域のいずれかの場合においてのみ、高温熱処理後に得られるSIMOX構造において、連続かつ均一な品質良好な埋め込み酸化層が得られることが良く知られている(例えば、S. Nakashima and K. Izumi, J. Materials Research, Vol.8, 523(1993))。これらの酸素イオン注入量を用いて作製されたSIMOX基板は、慣例的に、前者の酸素イオン注入量領域を用いて作製されたものは高ドーズSIMOX基板、後者の酸素イオン注入量領域を用いて作製されたものは低ドーズSIMOX基板と呼ばれている。

【0006】高ドーズSIMOX基板と低ドーズSIMOX基板にはそれぞれ特徴があり、それに応じて使い分けられている。これらのうち、低ドーズSIMOX基板は、酸素イオン注入量が比較的少ないことから、SOI層の貫通転位密度が低減されており、かつ、低コスト化が実現可能な技術として期待されている。一方、低ドーズSIMOX基板は、埋め込み酸化層が薄いことにより、リーク欠陥の発生頻度が高い、絶縁耐性が不十分となる確率が高い、といった問題があった。埋め込み酸化層のリーク欠陥は、その上に作られたデバイスの動作不良を引き起こすことから、デバイス製造歩留の低下要因であり、低減が望まれているものである。

【0007】この低ドーズSIMOX基板の埋め込み酸化層の品質改善に寄与する技術としては、高温での内部酸化(Internal Thermal Oxidation Process、以下ITOX技術と略)を利用する技術が発案されている(中嶋ら、特開平7-263538号公報、あるいは、S. Nakashima et al., J. Electrochem. Soc., Vol.143, 244)。ITOX技術によれば、高温での酸化処理により基板表面に熱酸化膜が成長すると同時に、埋め込み酸化膜の上部界面にも若干量の酸化膜成長が生じ、埋め込み酸化膜の厚膜化が可能となる。その結果として、リーク欠陥の低減、絶縁耐圧の改

善の双方が可能となることが報告されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述のITOX技術においては、内部酸化効果により埋め込み酸化膜厚に増分が生じる際に、その埋め込み酸化膜における膜厚増分の10倍以上の厚さの表面酸化膜が成長するため、必然的にSOI層の厚さが薄くなってしまう。従って、埋め込み酸化層の品質を改善するために、内部酸化効果による埋め込み酸化膜の増分を確保しようとする

と、SOI層は薄くせざるをえず、結果として得られるSOI層厚さに制約が生じていた。あるいは、最終的に得られるSIMOX構造において、所定のSOI層を確保しようとする

と、その基板表面の酸化量を制限する必要が生じ、結果として、埋め込み酸化層の品質改善度合いにも自ずと制約が生じていた。

【0009】本発明は、以上述べた課題を解決し、埋め込み酸化層のリーク欠陥を低減させた、より高品質なSIMOX基板の提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、SIMOX基板の製造に用いるシリコン単結晶基板として、(001)面に近い主表面を持つシリコン単結晶基板であって、その主表面と(001)面との傾斜角度を一定範囲とすることにより、従来型のITOX技術における前述の制約を緩和する一方で、埋め込み酸化層のリーク欠陥については低減させ、より高品質なSIMOX基板の提供を可能とするものである。ここで、主表面とは、SOI構造が形成される表面であり、現在広く用いられている円板状のウェハであれば、円形のウェハ表面を指す。従来、この種のシリコン単結晶基板は、(001)面を主表面とするウェハであり、その主表面の法線と[001]方向には1°程度の傾斜が許容されている。

【0011】本発明では、シリコン単結晶基板に酸素イオンを注入し、その後高温熱処理を施すことにより、埋め込み酸化層およびSOI層を形成するSIMOX基板において、該シリコン単結晶基板が(001)面に近い主表面を持つシリコン単結晶基板であって、該基板の主表面の法線と[001]方位との角度を θ としたとき、該基板の主表面が(001)面から

【0012】

【数3】

$$0^\circ \leq \theta \leq 0.5^\circ$$

【0013】の範囲で傾斜した主表面であることを特徴とする。

【0014】望ましくは、該シリコン単結晶基板が(001)面に近い主表面を持つシリコン単結晶基板であって、該基板の主表面の法線と[001]方位との角度を θ としたとき、該基板の主表面が(001)面から

【0015】

【数4】

$$0^\circ \leq \theta \leq 0.3^\circ$$

【0016】の範囲で傾斜した主表面であることを特徴とする。

【0017】本発明においては、熱処理条件の変更ではなく、SIMOX基板作製に用いるシリコン単結晶基板の主表面の(001)面からの傾斜角(単に傾角とも呼ぶ)を変更することにより、埋め込み酸化膜のリーク欠陥が低減可能である。そのため、酸化雰囲気熱処理中の表面熱酸化膜成長やITOX効果により、SOI層が薄膜化されることはなく、前述したような、従来型のITOX処理工程で生じていたSOI層の厚さについての制約はない。

【0018】

【発明実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0019】本発明は、シリコン単結晶基板に酸素イオン注入を行った後、高温熱処理を施すことにより作製されるSIMOX基板において、その出発材料であるシリコン単結晶基板に関わるものである。すなわち、シリコン単結晶基板に酸素イオンを注入し、その後高温熱処理を施すことにより、埋め込み酸化層およびSOI層を形成するSIMOX基板において、シリコン単結晶基板が(001)面に近い主表面を持つシリコン単結晶基板であって、その主表面の法線と[001]方位との角度を θ としたとき、該基板の主表面が(001)面から

【0020】

【数5】

$$0^\circ \leq \theta \leq 0.5^\circ$$

【0021】の範囲で傾斜した主表面である。望ましくは、該基板の主表面が(001)面から

【0022】

【数6】

$$0^\circ \leq \theta \leq 0.3^\circ$$

【0023】の範囲で傾斜した主表面である。

【0024】以上のような半導体基板を製造するためには、一般的なCZ法又は磁場印加CZ法により、作製されたシリコン単結晶を用いればよい。まず、標準的な結晶育成法にしたがって、育成方向に<001>の結晶方位を持ったインゴットを作製する。インゴットから基板までの加工法にはさまざまな手順があるが、ここでは一例をあげる。即ち、インゴットは、目的のウェハサイズにしたがって、外形研削を施し、結晶方位を示すノッチあるいはオリエンテーションフラットをもった円筒状の結晶ブロックを得る。この結晶ブロックから、スライサーもしくはワイヤーソーを用いて、基板を切り出す。この際、ブロックを傾け、(001)面からの基板の主表面の傾角が、

【0025】

【数7】

$$0^\circ \leq \theta \leq 0.5^\circ$$

【0026】もしくは

【0027】

【数8】

$$0^\circ \leq \theta \leq 0.3^\circ$$

【0028】に入るようにする。この際、ブロックから順次ウェハを切り出していくうちに、ブロックの角度がずれていく場合がある。その場合には、ずれの範囲を予め調べ、切り出し開始の傾角を、上記範囲からずれの程度を見込んだ範囲内に設定することにより、切り出した基板を上記範囲内に収めることが可能である。上記範囲は、通常のスライサやワイヤーソーの加工精度と比較して、十分広いため、このような単純な補正で、ほぼ全ての基板を上記の範囲内に切り出すことが、工業的に十分可能である。切り出された基板は、ベベリング、ラッピング、エッチング、鏡面研磨、等の標準的な基板加工工程により、鏡面を持った半導体基板とすることができる。

【0029】このようにして得られたシリコン単結晶基板に酸素イオン注入を行った後、高温熱処理を施すことによりSIMOX基板が作製される。このようにして製造されたSIMOX基板は、通常の基板、すなわち、1°程度の傾斜が許され、かつ、傾斜を厳密に制御していないものを用いて製造したSIMOX基板よりも、埋め込み酸化層のリーク欠陥が少ない。SIMOX基板製造において、埋め込み酸化層のリーク欠陥発生の主因は、酸素注入時に表面に付着するパーティクルが酸素イオンを遮蔽することによる、酸素イオンの注入量不足である。注入量不足の領域が、必ずしもすべてリーク欠陥になるわけではなく、その大きさ・酸素濃度と熱処理条件によって変化する。例えば、ITOX処理によって、リーク欠陥の発生率、すなわち、リーク欠陥密度の注入中に表面に付着した表面パーティクル密度に対する比、を減少させることができる。ところが、ITOX処理を行なうと、前述したように表面シリコン層の厚さに制約が生じてしまう。そこで、この制約を取り除くために、本発明者らが鋭意検討を加えたところ、リーク欠陥の発生率が、同一熱処理条件のもとでは、主表面の傾角の関数であることを見出した。すなわち、傾角を小さくすることで、リーク欠陥発生率を低減させることが可能である。さらに詳述すれば、ITOXなしの熱処理の場合、従来のリーク欠陥発生率より下げる場合には、傾角を0.5°以下にすることが必要である。ITOX処理を付加した場合には、0.3°付近にリーク欠陥発生率が急激に変化する傾向があることが判明し、傾角を0.3°以下とすることで低いリーク欠陥発生率を得ることが可能である。

【0030】

【実施例】以下、本発明の具体例を説明する。

【0031】(001)面からの基板主表面の傾角を、 $0^{\circ} \sim 1^{\circ}$ の範囲で、各々 $\pm 0.02^{\circ}$ に制御したシリコンウェハと、比較例として、通常用いられる 1° 程度の傾角を許容したシリコンウェハを用意し、酸素イオン注入を基板温度 550°C 、加速電圧 180keV 、注入ドーズ量 $4 \times 10^{17}\text{cm}^{-2}$

にて行った。次に、これらのウェハを熱処理炉に投入し、以下の2条件で高温熱処理を行った。

【0032】条件A:温度1350℃、雰囲気 アルゴン+0.5%酸素、処理時間4時間

条件B:温度1350℃、雰囲気 アルゴン+0.5%酸素、処理時間4時間に続いて温度1350℃、雰囲気 アルゴン+70%酸素、処理時間3時間

作製されたSiMOX基板は、表面酸化層をフッ酸で除去した後、分光エリフソメトリを用いて表面シリコン層、埋め込み酸化層の厚さを測定した。その結果、各サンプル間に大きな違いはなく、熱処理条件によって、

条件A:表面シリコン層の厚さ=340nm、埋め込み酸化層厚さ=85nm

条件B:表面シリコン層の厚さ=175nm、埋め込み酸化層厚さ=105nm

であつた。

【0033】その後、各サンプルの埋め込み酸化層中のリーク欠陥を、銅電析法により評価した。サンプルは、銅イオンを含むメッキ液に基板表面のみが接触するように浸し、基板裏面を電気陰極に接触させ、メッキ液中に電気陽極を配置した。その後、両電極間に、埋め込み酸化層自体は破壊しない10V程度の低電圧を印加することにより、埋め込み酸化層にリーク欠陥のある部分の直上の基板表面に銅電析物を発生させ、その数を計数することにより埋め込み酸化層中のリーク欠陥密度を評価した。得られたリーク欠陥密度は酸素イオン注入中に発生した表面異物密度で除することにより、リーク欠陥発生比率に換算した。表面異物密度は、テンコール・インストルメンツ社サーフスキャン6420表面異物計によって測定した。

【0034】図1に、条件A,Bにより作製したSiMOX基板での結果を示す。本発明のように、シリコン単結晶基板の主表面と(001)面からの傾斜角度を、 0.5° 以下に規定することで、比較例の最低リーク欠陥発生率(条件Aは0.51、条件Bは0.19)よりも小さくすることができ、また、 0.3° 以下に規定することで、プラス2割の変動を見込んでも、比較例の最低リーク欠陥発生率を上回ることが無いようにできるため、そのリーク欠陥低減効果は明らかである。さらに、従来技術である比較例に見られるようなリーク欠陥密度の変動も少なくなり、傾角の範囲を限定することにより歩留向上も図られる。

【0035】また、引き続きITOX処理、もしくは犠牲酸化処理などの酸化処理や、薬液を用いたエッチング処理などを行うことにより、表面シリコン層をさらに薄膜化することは容易に可能である。

【0036】

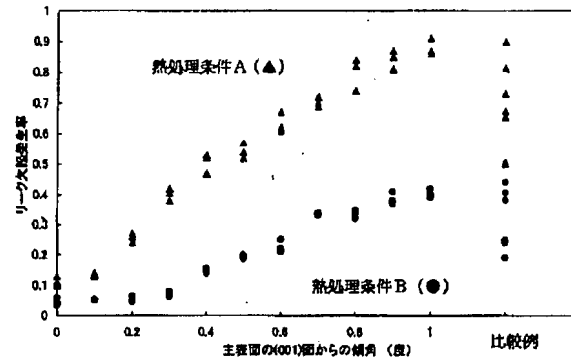
【発明の効果】以上述べたように、本発明は、SiMOX基板において、シリコン単結晶基板の主表面と(001)面からの傾斜角度を規定することにより、同一熱処理条件あるいは同一膜厚構造においても、埋め込み酸化膜のリ-

ク欠陥を低減させることを可能とし、ITOX処理を用いて製造したSIMOX基板に比べ、より広い表面シリコン層厚さの範囲にて特性良好なSIMOX基板を提供する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 SIMOX基板の主表面の法線と[001]方位との間の角度 θ と埋め込み酸化膜のリーク欠陥発生率の関係を示すグラフ。

【図1】



Disclaimer:

This English translation is produced by machine translation and may contain errors. The JPO, the INPIT, and those who drafted this document in the original language are not responsible for the result of the translation.

Notes:

1. Untranslatable words are replaced with asterisks (****).
2. Texts in the figures are not translated and shown as it is.

Translated: 22:58:33 JST 09/25/2007

Dictionary: Last updated 09/07/2007 / Priority:

[Document Name] Description

[Title of the Invention] SIMOX board

[Claim(s)]

[Claim 1] By pouring oxygen ion into a silicon single crystal base board, and giving high temperature heat treatment after that When it is the silicon single crystal base board in which this silicon single crystal base board has the main surface near a field (001) in the SIMOX board which forms an embedding layer of oxides and a surface single-crystal-silicon layer and the angle of **** on the surface of main of this board and [001] directions is set to theta, the main surface of this substrate is a field (001).

[Mathematical formula 1]

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.5^{\circ}$$

The SIMOX board characterized by being the main surface which inclined by *****.

[Claim 2] By pouring oxygen ion into a silicon single crystal base board, and giving high temperature heat treatment after that When it is the silicon single crystal base board in which this silicon single crystal base board has the main surface near a field (001) in the SIMOX board which forms an embedding layer of oxides and a surface single-crystal-silicon layer and the angle of **** on the surface of main of this board and [001] directions is set to theta, the main surface of this substrate is a field (001).

[Mathematical formula 2]

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.3^{\circ}$$

The SIMOX board characterized by being the main surface which inclined by *****.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is embedded near the surface of a silicon substrate, allots a layer of oxides, and relates to the silicon-on-insulator board which made the single-crystal-silicon layer (it is considered as a silicon-on-insulator (Silicon-On-Insulator) layer below) form on it. Furthermore, it is a silicon-on-insulator board by SIMOX (Separation by IMplanted OXygen) technology in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a silicon-on-insulator board which forms a single-crystal-silicon layer on an insulator like a silicon oxide, it pastes together to a SIMOX board and the wafer is mainly known. A SIMOX board is a silicon-on-insulator board obtained by carrying out the chemical reaction of these oxygen ions and the silicon atom, and making an embedding layer of oxides form by the annealing treatment which pours oxygen ion into the inside of a single-crystal-silicon board, and is succeedingly performed by the ion implantation of oxygen ion. On the other hand, a pasting wafer is a silicon-on-insulator board obtained by pasting up the single crystal silicon wafer of two sheets on both sides of a layer of oxides, and thin-film-izing wafer of one of the two between two sheets.

[0003] Among these silicon-on-insulator boards, since the film thickness of a silicon-on-insulator layer can control a SIMOX board by the pouring depth of oxygen ion, it has the feature that especially the film thickness homogeneity is excellent. In a SIMOX board, a thickness of 0.3 micrometer or less can be formed as a silicon-on-insulator layer, and around

0.1 micrometer of thickness control is still more possible also for the silicon-on-insulator layer of the thickness not more than it good. Especially a 0.1 micrometer or less-thick silicon-on-insulator layer is applied to MOS-LSI formation of perfect **** type operation in many cases. In that case, since there are the threshold voltage and proportionality relation of MOSFET operation of the film thickness of the silicon-on-insulator layer itself, in order to produce the device to which the performance was equal with the sufficient yield, the film thickness homogeneity of a silicon-on-insulator layer serves as important quality. From the viewpoint, the SIMOX board which is excellent in silicon-on-insulator film thickness homogeneity is expected as a substrate for next-generation MOSFET.

[0004] Since the device formation field is electrically insulated with a substrate main part by passing the embedding layer of oxides which is an insulator, MOS-LSI produced on the silicon-on-insulator board can realize the characteristic which was [operation / improvement in radiation resistance or latch rise tolerance, / low power consumption operation, ultra high-speed operation] excellent. Therefore, it is required for an embedding layer of oxides that electric insulation should be more perfect. Specifically, a near thing is required with the characteristic which has few leak defects as much as possible that withstand voltage is equivalent to a thermal oxidation film.

[0005] In production of a SIMOX board although pouring of oxygen ion is usually performed on single acceleration energy and a type target using the energy of about 200 keV In that case, it sets in SIMOX structure where the injection rate of oxygen ion is obtained after high temperature heat treatment in either case of two or more [$1.5 \times 10^{18} \text{cm}^{-2}$] fields and the field where the range of 2.5 to $4.5 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ was restricted. It is known well that an embedding layer of oxides with good continuation and uniform quality will be obtained (for example, S.Nakashima and K.Izumi, J.Materials Research, Vol.8, 523 (1993)). That by which that by which the SIMOX board produced using these oxygen ion injection rates was customarily produced using the former oxygen ion injection-rate field was produced using the high-dose SIMOX board and the latter oxygen ion injection-rate field is called the low DOZU SIMOX board.

[0006] There is the feature in a high-dose SIMOX board and a low DOZU SIMOX board, respectively, and it is properly used according to it. Among these, since there are comparatively few oxygen ion injection rates, the low DOZU SIMOX board is expected as

technology in which the penetration dislocation density of the silicon-on-insulator layer is reduced, and low cost-ization can be realized. On the other hand, the low DOZU SIMOX board had the problem that the probability which becomes inadequate [with high generating frequency of a leak defect / dielectric strength] was high, according to an embedding layer of oxides being thin. Since the leak defect of an embedding layer of oxides causes the defect of the device made on it of operation, it is the fall factor of the device manufacture yield, and reduction is desired.

[0007] As technology which contributes to the improvement in quality of the embedding layer of oxides of this low DOZU SIMOX board Internal oxidation in high temperature ([Internal Thermal Oxidation Process and]) ITOX technology and the technology of using abbreviation are suggested below (Nakajima et al., JP,H7-263538,A or S.Nakashima et al., J.Electrochem.Soc., Vol.143, 244). According to ITOX technology, oxide film growth of certain quantity arises also in the top interface of an embedding oxide film, and thick film-ization of an embedding oxide film is attained at the same time a thermal oxidation film grows up to be the substrate surface by the oxidation treatment in high temperature. It is reported that the both sides of reduction of a leak defect and an improvement of withstand voltage become possible as the result.

[0008]

[Problem to be solved by the invention] However, in the above-mentioned ITOX technology, since the surface oxide film of the thickness of 10 times or more of the film thickness increment in the embedding oxide film grows when it embeds according to the internal oxidation effect and increment arises in oxide film thickness, the thickness of a silicon-on-insulator layer will become thin inevitably. Therefore, in order to improve the quality of an embedding layer of oxides, when it was going to secure the increment of the embedding oxide film by the internal oxidation effect, the silicon-on-insulator layer did not obtain a thin kink colander, but restrictions had produced it in the silicon-on-insulator layer thickness obtained as a result. Or in the SIMOX structure finally acquired, when it was going to secure the predetermined silicon-on-insulator layer, it will be necessary to restrict the amount of oxidization on the surface of a substrate, and restrictions had arisen naturally also to the improvement-in-quality degree of the embedding layer of oxides as a result.

[0009] This invention aims at the more nearly quality SIMOX board which solved the technical problem described above and reduced the leak defect of the embedding layer of oxides providing.

[0010]

[Means for solving problem] By this invention's being a silicon single crystal base board which has the main surface near a field (001) as a silicon single crystal base board used for manufacture of a SIMOX board, and making the angle of gradient of the main surface and field (001) into the fixed range While easing the above-mentioned restrictions in former type ITOX technology, it is made to decrease about the leak defect of an embedding layer of oxides, and offer of a more nearly quality SIMOX board is enabled. Here, the main surface is the surface in which silicon-on-insulator structure is formed, and if it is a disc-like wafer used widely now, it will refer to the circular wafer surface. Conventionally, this kind of silicon single crystal base board is a wafer which uses a field (001) as the main surface, and the about 1-degree inclination is permitted in **** on that surface of main, and the [001] directions.

[0011] By pouring oxygen ion into a silicon single crystal base board, and giving high temperature heat treatment after that in this invention When it is the silicon single crystal base board in which this silicon single crystal base board has the main surface near a field (001) in the SIMOX board which forms an embedding layer of oxides and a silicon-on-insulator layer and the angle of **** on the surface of main of this board and [001] directions is set to theta, the main surface of this substrate is a field (001).

[0012]

[Mathematical formula 3]

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.5^{\circ}$$

[0013] It is characterized by being the main surface which inclined by *****.

[0014] When it is the silicon single crystal base board in which this silicon single crystal base board has the main surface near a field (001) desirably and the angle of **** on the surface of main of this board and [001] directions is set to theta, the main surface of this substrate is a field (001).

[0015]

[Mathematical formula 4]

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.3^{\circ}$$

[0016] It is characterized by being the main surface which inclined by *****.

[0017] In this invention, the leak defect of an embedding oxide film can be reduced by changing the angle of inclination (it also only being called an inclination) from the field (001) on the surface of main of the silicon single crystal base board used for SIMOX board production instead of change of heat treatment conditions. Therefore, there are no restrictions about the thickness of the silicon-on-insulator layer produced at a former type ITOX processing process which a silicon-on-insulator layer is thin-film-ized by neither the surface thermal oxidation film growth under oxidization atmosphere heat treatment nor the ITOX effect, and was mentioned above according to it.

[0018]

[The form of invention implementation] The form of operation of this invention is explained hereafter.

[0019] After this invention performs oxygen ion pouring to a silicon single crystal base board, it is concerned with the silicon single crystal base board which is the start material in the SIMOX board produced by giving high temperature heat treatment. Namely, by pouring oxygen ion into a silicon single crystal base board, and giving high temperature heat treatment after that When it is the silicon single crystal base board in which a silicon single crystal base board has the main surface near a field (001) in the SIMOX board which forms an embedding layer of oxides and a silicon-on-insulator layer and the angle of **** on the surface of main and [001] directions is set to theta, the main surface of this substrate is a field (001).

[0020]

[Mathematical formula 5]

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.5^{\circ}$$

[0021] It is the main surface which inclined by *****. The main surface of this board is a field (001) desirably.

[0022]

[Mathematical formula 6]

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.3^{\circ}$$

[0023] It is the main surface which inclined by *****.

[0024] What is necessary is just to use the produced silicon single crystal by the general CZ method or the general magnetic field impression CZ method, in order to manufacture the above semiconductor boards. First, according to the standard crystal raising method, the ingot which had the crystal direction of <001> in the training direction is produced. Although there are various procedures in the method of processing it from an ingot to a substrate, an example is given here. That is, according to the target wafer size, an ingot gives outside grinding and obtains the cylindrical crystal block with the notch or orientation flat which shows a crystal direction. From this crystal block, a substrate is started using a slicer or a wire saw. Under the present circumstances, a block is leaned and the inclination on the surface of main of the substrate from a field (001),

[0025]

[Mathematical formula 7]

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.5^{\circ}$$

[0026] or

[0027]

[Mathematical formula 8]

$$0^{\circ} \leq \theta \leq 0.3^{\circ}$$

[0028] It is made alike. Under the present circumstances, while cutting down the wafer one by one from the block, the angle of the block may shift. In that case, it is possible to store the

started substrate in above-mentioned within the limits by investigating the range of a gap beforehand and setting up within limits which expected the grade of the gap by the inclination of a logging start from the above-mentioned range. As compared with the processing accuracy of the usual slicer or a wire saw, since it is large enough, the above-mentioned range is such simple amendment, and can start almost all substrates enough industrially within the limits of the above. ~~The started substrate can be used as a semiconductor board with a specular surface according to standard substrate processing processes, such as a **** ring, wrapping, etching, and specular surface polish.~~

[0029] Thus, after performing oxygen ion pouring to the obtained silicon single crystal base board, a SIMOX board is produced by giving high temperature heat treatment. Thus, the manufactured SIMOX board has few leak defects of an embedding layer of oxides than the SIMOX board manufactured using what the usual substrate, i.e., an about 1-degree inclination, is allowed, and is not controlling the inclination strictly. In SIMOX board manufacture, the injection rate of oxygen ion by the particle which adheres to the surface at the time of oxygen pouring covering oxygen ion of the main factor of leak defective generating of an embedding layer of oxides is insufficient. the field where an injection rate is insufficient does not necessarily become a leak defect altogether -- the size and oxygen concentration, and heat treatment conditions -- it changes. For example, the ratio to the surface particle density which adhered to the surface into the rate of incidence of a leak defect, i.e., pouring of leak defective density, can be decreased by ITOX processing. However, if ITOX processing is performed, as mentioned above, restrictions will arise in the thickness of a surface silicon layer. Then, in order to remove these restrictions, when this invention persons added examination wholeheartedly, the rate of incidence of the leak defect found out that it was the function of the inclination on the surface of main under the same heat treatment conditions. That is, it is possible to reduce a leak defective rate of incidence by making an inclination small. Furthermore, if it explains in full detail, to lower from the conventional leak defective rate of incidence in heat treatment without ITOX, it is required for an inclination to be 0.5 degree or less. When ITOX processing is added, it is possible to acquire a low leak defective rate of incidence because it shall become clear that the tendency for a leak defective rate of incidence to change rapidly is near 0.3 degree and an inclination shall be 0.3 degree or less.

[0030]

[Working example] The example of this invention is explained hereafter.

[0031] (001) The silicon wafer which controlled the inclination of the substrate main surface from a field in 0 degree - 1 degree at ± 0.02 degree respectively, The silicon wafer which permitted the about 1-degree inclination usually used as a comparative example was prepared, and oxygen ion pouring was performed in the substrate temperature of 550 degrees C, accelerating voltage 180keV, and pouring dose amount [of $4 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$]. Next, these wafers were thrown into the furnace for heat treating, and high temperature heat treatment was performed on the following two conditions.

[0032] Conditions A: The temperature of 1350 degrees C, atmosphere Argon +0.5% oxygen, the processing time 4-hour conditions B : Temperature of 1350 degrees C, Atmosphere It continues in oxygen and processing time 4 hours argon +0.5%, and they are the temperature of 1350 degrees C, and atmosphere. [oxygen and the SIMOX board produced for processing time 3 hours] argon +70% After removing a surface layer of oxides by fluoric acid, the thickness of the surface silicon layer and the embedding layer of oxides was measured using the spectral ellipsometry. As a result, there was no big difference between each sample, and they were thickness =340nm of a condition A:surface silicon layer, thickness =175nm of an embedding layer-of-oxides thickness =85nm condition B:surface silicon layer, and embedding layer-of-oxides thickness =105nm by heat treatment conditions.

[0033] Then, the ***** method estimated the leak defect in the embedding layer of oxides of each sample. The sample was dipped so that only the substrate surface might contact the plating liquid containing copper ion, it contacted the substrate back to the electric negative pole, and has arranged the electric anode in plating liquid. Then, between two electrodes, by impressing the about [10V] low voltage which is not destroyed, the embedding layer of oxides itself made the substrate surface right above the portion which has a leak defect in an embedding layer of oxides generate a copper deposited material, it was embedded by carrying out calculation of the number, and evaluated the leak defective density in a layer of oxides. The obtained leak defective density was converted into the leak defective generating ratio by $\frac{\text{leak defective density}}{\text{surface foreign substance density}}$ (ing) by the surface foreign substance density generated during oxygen ion pouring. Surface foreign substance density was measured with the ten call INSU vine face company surfboard scan 6420 surface foreign substance meter.

[0034] The result in the SIMOX board produced according to Conditions A and B is shown in drawing 1. [the angle of gradient from the main surface and the field (001) of a silicon single crystal base board / specifying at 0.5 degree or less] like this invention It is being able to make it smaller than the minimum leak defective rate of incidence (Conditions A are 0.51 and Conditions B are 0.19) of a comparative example, and specifying at 0.3 degree or less. Although change of twenty percent of plus is expected, since it can avoid exceeding the minimum leak defective rate of incidence of a comparative example, the leak defective reduction effect is clear. Furthermore, change of leak defective density which is looked at by the comparative example which is the conventional technology also decreases, and improvement in the yield is also achieved by limiting the range of an inclination.

[0035] Moreover, it is easily possible by performing oxidation treatment, such as ITOX processing or sacrifice oxidation treatment, etching processing using a medical fluid, etc. succeedingly to thin-film-ize a surface silicon layer further.

[0036]

[Effect of the Invention] [this invention] by specifying the angle of gradient from the main surface and the field (001) of a silicon single crystal base board in a SIMOX board as stated above Also in the same heat treatment conditions or the same film thickness structure, it makes it possible to reduce the leak defect of an embedding oxide film, and a SIMOX board with the good characteristic is offered in the range of larger surface silicon layer thickness compared with the SIMOX board manufactured using ITOX processing.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Graph which embeds with the angle theta between **** on the surface of main of a SIMOX board, and [001] directions, and shows the relation of the leak defective rate of incidence of an oxide film.

[Translation done.]